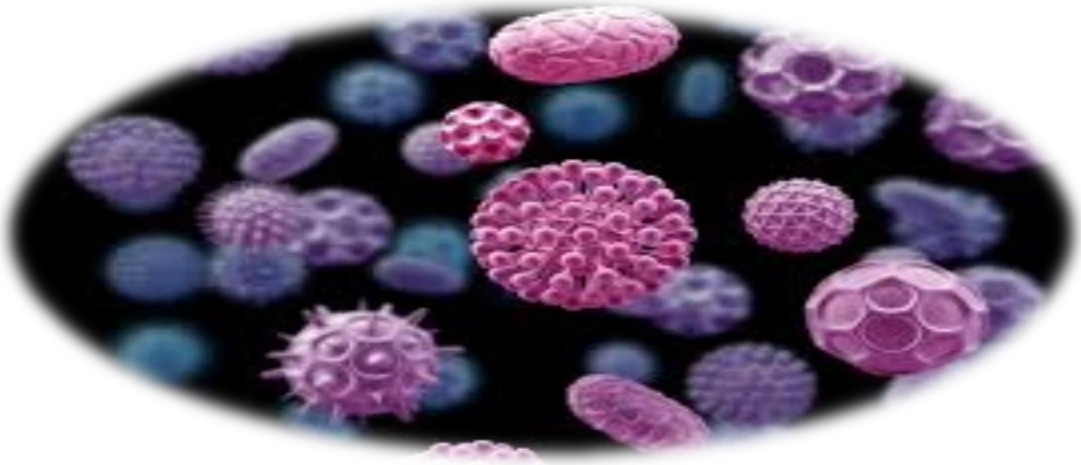
ميكروبيولوجيا المياه والصرف الصحي

Water & Sewage Microbiology



الأحياء المجهرية في البيئة المائية

تحتل الأحياء المجهرية البيئة بكل أنواعها فقد تكون معلقة في المياه العذبة أو مياه البحر (هائمات)

1. تطفو بحرية.
2. ليس لها القدرة على الحركة.
3. تعيش في الترسبات القاعية في المياه.
4. مقاومة حركة وجريان الماء أو في المياه الجوفية أو على النباتات.

اولاً: الأحياء المجهرية في المياه العذبة

تتراوح درجة حرارة النظام البيئي للمياه بين درجة التجمد (الصفر المئوي) إلى ما يقارب من درجة الغليان عن الظروف الجوية السطحية. تزداد درجة الحرارة درجة مئوية واحدة كل 30سنتيمتر تحت سطح الأرض. أما الينابيع الساخنة فتتكون عندما تمر المياه الجوفية خلال الطبقات العميقة لقشرة الأرض.تحتوي المياه الجوفية على مغذيات قليلة وغازات ذائبة , لذلك فانها تستوطن بفلورا ميكروبية متفرقة وقليلة قد تصل إلى عشرة خلايا لكل مليمتر بعدد قليل من الأنواع, وربما تكون مشابهة لأحياء التربة المجهرية رمية التغذية التي تكيفت للمعيشة في هذه الظروف قليلة المغذيات.

وبصورة عامة فإن الأنواع الميكروبية الموجودة في المياه العذبة تعود إلى الأجناس الاتية:

Chromobacterium , Flavobacterium , Micrococcus, Psedomonas , Protus.

وغيرها فضلاً عن الهائمات الحيوانية وهي عبارة عن حيوانات مائية صغيرة الحجم تكون هائمة في المياه. تختلف المجتمعات الميكروبية كماً ونوعاً بشكل ملحوظ تبعاً لاختلاف الطبقات أعلاه فالمنطقة الساحلية تحتوي على أنواع مختلفة من البكتيريا والطحالب وبالتالي تحتوي على مغذيات أكثر قادمة من البر.

ثانياً: الأحياء المجهرية في مياه البحر

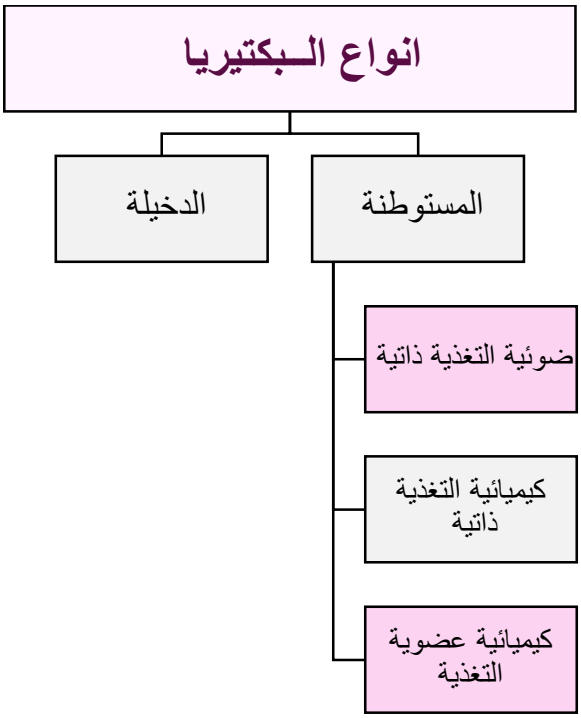
بسبب التركيز الملحي العالي وندرة الفوسفات والنترات في مياه البحر تختلف البكتيريا المتوفرة في هذه البيئات عن تلك المتوفرة في البيئات العذبة , كما إن المحتوى الميكروبي لهذه البيئات أقل من المحتوى الميكروبي للمياه العذبة وعلى ذلك فهناك مجموعة من الأحياء المجهرية تزدهر في هذه المياه تدعى الأحياء المجهرية المحبة للملوحة وهي الأحياء التي تفضل التركيز الملحي العالي. في العقد الأخير كشف عن وجود بكتيريا فائقة الصغر في الأنظمة البحرية في المناطق ذات الكثافة العالية نسبياً وتؤلف هذه البكتيريا حوالي عشر حجم البكتيريا الاعتيادية وربما تمثل هذه الحالة استجابة لانخفاض مستوى المغذيات والظروف البيئية المتطرفة. من مواصفات البيئية البحرية تغاير العمق الذي يمكن أن يخترقه الضوء ولكنه يكون على المائة متر الأولى في حين يسود الظلام في الأعماق لأكثر من ذلك وبالرغم من غياب البناء الضوئي فان الأكسجين ما يزال متوفراً وهذا بسبب المستويات المنخفضة من المغذيات المعدنية في مياه البحر التي تحدد كمية الإنتاج الأولية ولذلك الفعالية تكون مختلفة التغذية ولكن مع ذلك فان الأعماق تسود فيها الظروف اللاهوائية.

اولاً: البـكتيريا

بكتيريا المياه تكون نشطة ومتحركة بواسطة الاسواط مثل بكتيريا *Vibrio , Pseudomonas* أو تسبح بحرية في الماء .

ويمكن تقسيم البكتيريا في المياه الى:

نــوع البكتيريا	تــعريفها
1- البكتيريا المستوطنة	وهي البكتيريا التي تتواجد باستمرار في الموطن المائي.
2- البكتيريا الدخيلة	هي البكتيريا القادمة من بيئات أخرى مثل التربة أو الهواء أو تلك القادمة إلى الأحواض من المجاري الصناعية والبلدية.



1- بكتيريا ضوئية ذاتية التغذية Photoautotrophs

يجري البناء الضوئي في البكتيريا بشكل مختلف قليلاً عن البناء الضوئي في النباتات والجزء الأكثر أهمية أنها عملية خالية من الأكسجين وتتطلب وجود مركبات معدنية مختزلة ولا يرافقها تحرير الأكسجين بل تنتج مركبات عضوية أو غير عضوية مؤكسدة .يتم البناء الضوئي في المياه السطحية بشكل رئيس من قبل الطحالب والنباتات

بينما يكون دور البناء الضوئي البكتيري أقل أهمية. تصنف صبغات البكتيريا التمثيلية حسب قدرتها على امتصاص الأشعة تحت الحمراء التي لا تمتص من قبل النباتات الخضراء .

من بين البكتيريا القادرة على البناء الضوئي :البكتيريا الأرجوانية والبكتيريا الخضراء.

شكل رقم **(1-1)**: توضيح بعض من أشكال البكتيريا الأرجوانية والبكتيريا الخضراء.

أ- البكتيريا الأرجوانية Purple Bacteria

وهي بكتيريا سالبة لجرام تظهر حمراء أو برتقالية او أرجوانية نتيجة للصبغات المحزنة للضوء , وبخلاف بقية ضوئية التغذية اللاهوائية يكون جهاز التركيب الضوئي بالكامل موجود داخل الخلية, الانبعاجات في الغشاء السيتوبلازمي تزيد بشكل فاعل من المساحة السطحية المعرضة للبناء.

هي الميكروبات التي إذا وجدت بالماء فإنها تعتبر دالة على تلوث الماء بمياه المجاري،او كائنات أخرى ملوثة وهي دالة على وجود الميكروبات الممرضة.

تقسم هذه المجموعة إلى قسمين

-البكتيريا الأرجوانية الكبريتية مثل:

Thiospirillum , Chromatium, Thiodictyon

-البكتيريا الأرجوانية الغير كبريتية مثل

Rhodobacter , Rhodopseudomonas

ب-البكتيريا الخضراء:

بكتيريا سالبة لجرام ذات لون أخضر أو بني بخلاف الأرجوانية فان صبغاتها الجامعة للضوء تقع في تراكيب تسمى الأجسام الخضر ولا يحتوي غشاؤها السيتوبلازمي على انبعاجات شديدة.

2-بكتيريا كيميائية عضوية التغذية الذاتية:

بكتيريا لاهوائية إجبارا لاتستطيع استخدام الايض كيميائيا تتواجد في الأماكن ذاتها التي تفضلها بكتيريا الكبريت الارجوانية وهي تستخدم ايضاً كبريتيد الهيدروجين كمصدر للالكترونات لغرض الاختزال وتكون حبيبات الخلية, هذه المجموعة فاقدة للأسواط ولكن الكثير منها يحتوي على حويصلات غازية مثل بكتيريا *Chlorobium.*

3-بكتيريا كيميائية ذاتية التغذية Chemoautotrophs

تحصل هذا البكتيريا على الطاقة من عمليات الأكسدة للمواد غير العضوية واعتماداً على طبيعة المادة الأساس المؤكسدة يمكن تمييز الانواع البكتيرية الأتية (بكتيريا الحديد وبكتيريا الكبريت وبكتيريا الهيدروجين).

بكتيريا النيتروجين

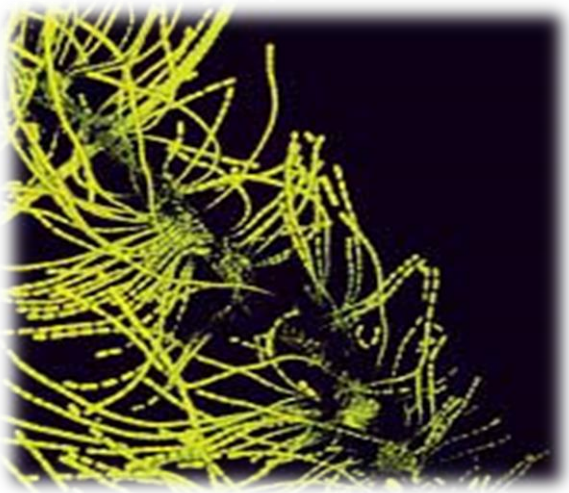
لهذه البكتيريا دور مهم في المياه السطحية وهو أكسدة الأمونيا الى نيتريت وتقوم بها الأجناس *Nitrococcus* , *Nitrobacter* حسب المعادلة الآتية

$$NH3+ O2 \longrightarrow NO2 +3H$$

$$NO2 +H2O \longrightarrow NO3 +2H$$

شكل رقم **(1-2)**: صورة الكترونية توضح شكل بكتيريا النتروجين.

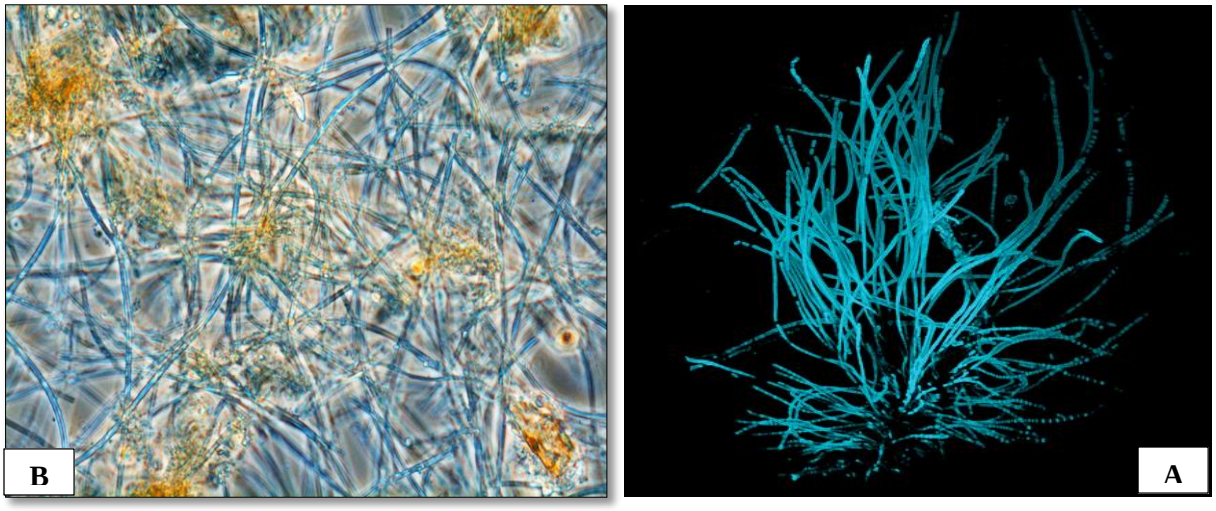
بكتيريا الـحديد



شكل رقم **(1-3)**: صورة الكترونية توضح شكل بكتيريا الحديد.

تنمو هذه البكتيريا في المياه عندما يتراوح محتواها من الحديد ثنائي التكافؤ بين 0.15-8.5 ملجم لكل ديمتر مكعب , من أهم التأثيرات السلبية لهذه البكتيريا هي التآكل والتسبب بالرائحة الكريهة لأنابيب المياه والمجاري المختلفة. الأنواع الأكثر شيوعاً *Leptothrix Ochracea- Crenothrix Polyspora*

يشيع وجود بكتيريا الحديد في الأجسام المائية العذبة وخصوصاً مياه الأبار والعيون والبرك.



شكل رقم **(4-1):** صورة الكترونية توضح *Leptothrix Ochracea- Crenothrix Polyspora*.

ثانياً: السيانوبكتيريا

شكل رقم **(4-1)**: صورة الكترونية توضح شكل السيانوبكتيريا .

تتصف هذه المجموعة بأنها سالبة لجرام بدائية النواة تتواجد على شكل مستعمرات أو تكون خيطية الشكل وحيدة الخلية ولها قدرة على تثبيت النيتروجين في الظلام، بعض الأنواع لها قدرة على إفراز السموم.

ثالثاً: الفطريات

توجد الفطريات في معظم أنواع المياه والبرك والبحيرات والآبار والأنهار .بعضها فطريات مائية حقيقية أي تستطيع أن تنمو في غير هذه البيئات والبعض الآخر قد تكون فطريات تربة لكن باستطاعتها النمو في البيئات المائية .

أهمية الفطريات والدور الذي تلعبه في تنقية المياه الملوثة:

1-تقوم الفطريات المائية بدور مهم في توازن البيئة المائية ولاسيما المياه العذبة حيث تقوم بتحليل الكثير من الملوثات العضوية.

2- تلعب الفطريات دور مهم في عملية التحلل الإحيائي لهذه الأوساط وتسهم في السلسلة الغذائية للكائنات التي تستوطن المياه.

مثال أثبتت قدرة الفطريات المائية *Saprolegnia parasitic* على تحليل وتفكيك تراكيز مختلفة من المبيدات الحشرية وتحويلها إلى مركبات ابسط في المياه العذبة الملوثة .

وبمقارنة الفطريات بالبكتيريا نلاحظ ان البكتيريا تنمو جيداً في المياه ذات الأس الهيدروجيني 6-8 اما الفطريات فأنها تتواجد في المياه ذات قيم اس هيدروجيني أقل من 6 . وعادة تتواجد الفطريات على المياه الضحلة على السطح أو تحته مباشرة الأمر الذي له ارتباط وتوثيق بحقيقة أن هذه الكائنات تتطلب وجود كميات عالية من الأكسجين.

تتمثل الفطريات السائدة في البيئات المائية بالاصناف الآتية

Leptomitus- Phytophthora ←← *Oomycota*

Mucor – Rhizopus ←← *Zygomycota*

لاتتواجد الفطريات في المياه النظيفة الغير ملوثة ولكنها تنمو بغزارة في قاع المياه بالمجاري مثل نوع *Leptomitus lacteus*.

فطريات مياه اليابسة

- لا تلعب الفطريات دورا في فلورا الأحياء الدقيقة بالمياه الجوفية حيث تغيب تماما من المياه الجوفية النظيفة بحيث لاتوجد مياه مغذية كما لاتوجد فطريات أيضا في الينابيع الساخنة النظيفة ولكنها توجد في مياه الخلجان والأنهار
- توجد في الأنهار عادة بعض الفطريات الطحلبية التي تهاجم الطحالب العالقة والحيوانات الصغيرة ويرقات القشريات والأسماك واغلبها تتبع رتبة الكاتريديالات . *Chylridials*

الفطريات البحرية

تأخر الكشف عن وجود الفطريات البحرية لكن من المعروف الآن بأنها واسعة الانتشار في البيئة البحرية حيث يوجد في البحر فطر مخاطي هو *Labyrinhula* كما يوجد مجموعة من الفطريات المترممة والمتطفلة وأهمها التابعة لرتبة الكتريديالات كما توجد أيضاً الخمائر وأشباه الخمائر.

رابعاً:الطحالب

من الطحالب المميزة المتوافرة في المياه قليلة المحتوى الغذائي هي الدياتومات أما في المياه الغنية بالمغذيات فيكون محتواها من الطحالب مختلف مثل الطحالب الخضراء والطحالب اليوجلينية والطحالب البنية والحمراء.

مساهمة الطحالب في تنقية المياه

- المساهمة الأبرز للطحالب في تحسين او صيانة جودة المياه هو إنتاجها الأكسجين بالبناء الضوئي
- عدة طحالب خضراء وحيدة الخلية قادرة على ازالة الكبريتات من المنتجات الثانوية الناتجة عن الصناعات الكيماوية مثل طحلب *Scenedesmus* الذي له القدرة على إزالة الكبريتات من حمض نفثالين الكبريتيد وبالتالي المساهمة في التنقية الذاتية.

خامساً: الابتدائيات

تعيش الابتدائيات في جميع أنواع المياه من البرك الضحلة إلى البحار وهي كائنات مختلفة التغذية تتغذى عن طريق امتصاص المركبات العضوية الذائبة أو عن طريق التهام البكتيريا . تتواجد بكثرة في المياه عالية التلوث كما أنها واحدة من عناصر الحمأة النشطة عندما يكون مستوى التلوث ليس عالياً في المياه.

تقسم الابتدائيات إلى أربع أصناف:

1. السوطيات.
2. كاذبة الأقدام.
3. الهدبيات.
4. البوغيات.

الأحياء الممرضة المتواجدة في المياه:

أكثر الأنواع الميكروبية الممرضة شيوعاً في المياه هو البكتيريا , كما أن هناك الابتدائيات والفيروسات وبعض الأنواع الطحلبية.علماً بان ليس كل الكائنات المجهرية في المياه ممرضة بل على العكس يكون أغلبها مفيد في إعادة تدوير العناصر وتحليل المواد العضوية.

مثال : البكتيريا.